

RESIN-SEALED SEMICONDUCTOR DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

Publication number: JP10116934

Publication date: 1998-05-06

Inventor: OIKAWA YASUO; ISHIKAWA KAZUYUKI

Applicant: FUJI ELECTRIC CO LTD

Classification:

- international: **B29C45/02; B29C45/14; C08L67/06; C08L101/00; H01L23/28; H01L23/29; H01L23/31; H01L23/373; B29L31/34; B29C45/02; B29C45/14; C08L67/00; C08L101/00; H01L23/28; H01L23/34; C08L101/00; (IPC1-7): C08L101/00; H01L23/28; B29C45/02; B29C45/14; C08L67/06; H01L23/29; H01L23/31; H01L23/373; B29L31/34**

- european:

Application number: JP19960268215 19961009

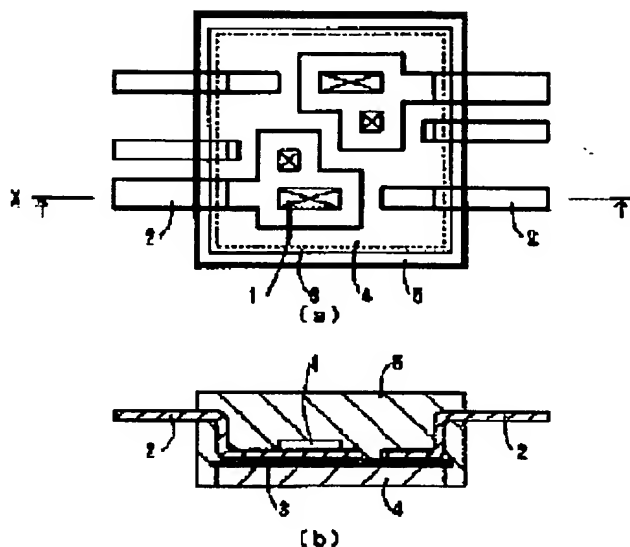
Priority number(s): JP19960268215 19961009

Report a data error here

Abstract of JP10116934

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a resin-sealed semiconductor device of a one-face scaled structure, which can minimize warpage or deformation of the device after molded with sealing resin and sufficiently satisfy evaluations of its thermal tests.

SOLUTION: The resin-sealed semiconductor device includes a semiconductor chip 1, lead frames 2 carrying the chip thereon, and a heat radiating plate 4 disposed parallel to the plane of the lead frame. The device is sealed with sealing resin 5 with one face of the heat radiating plate exposed. Assuming that the sealing resin 5 for a mold having normalized dimensions a its molding temperature T_m (deg.C) has a set shrinkage S_p , has a thermal expansion coefficient K_p (/ deg.C) when set, and the heat radiating plate 4 has a thermal expansion coefficient K_b (/ deg.C); then such a combination of the sealing resin and heat radiating plate is selected that a temperature of $T_m - S_p / (K_p - K_b)$ should be -10 deg.C-50 deg.C.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-116934

(43) 公開日 平成10年(1998) 5月6日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

F I

H 0 1 L 23/28

H 0 1 L 23/28

B

B 2 9 C 45/02

B 2 9 C 45/02

45/14

45/14

C 0 8 L 67/06

C 0 8 L 67/06

H 0 1 L 23/29

101/00

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平8-268215

(22) 出願日

平成8年(1996)10月9日

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 及川 安夫

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(72) 発明者 石川 和幸

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

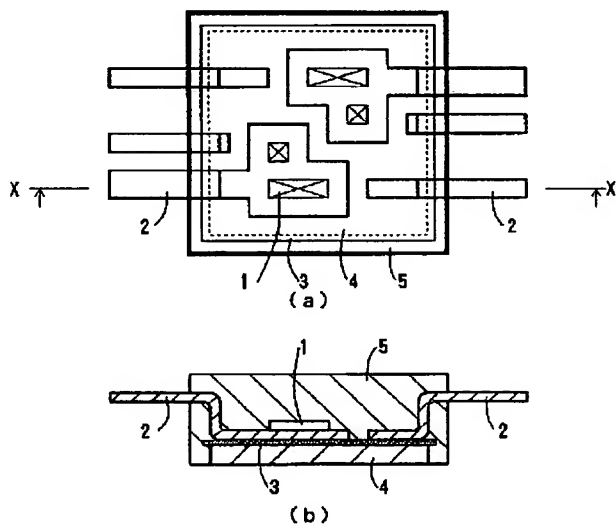
(74) 代理人 弁理士 山口 巖

(54) 【発明の名称】 樹脂封止半導体装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 封止樹脂の成形後の反り変形の極めて少なく、熱的試験の評価に対しても十分に耐える片面封止構造の樹脂封止半導体装置を提供する。

【解決手段】 半導体チップ1、半導体チップを搭載するリードフレーム2およびリードフレーム面に平行に配置される放熱板4からなり、放熱板の1面を露出させて封止樹脂5により片面封止成形されてなる樹脂封止半導体装置において、前記封止樹脂の成型時の温度 (T_m (°C)) における金型の寸法を規準とした封止樹脂の硬化収縮率を Sp 、硬化した封止樹脂の熱膨張係数を Kp (/°C) および前記放熱板の熱膨張係数を Kb (/°C) として、温度 $T_m - Sp/(Kp - Kb)$ は -10 °C以上、 50 °C以下となるような封止樹脂と放熱板との組み合わせとする。4は電気絶縁層である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】半導体チップ、半導体チップを搭載するリードフレームおよびリードフレーム面に平行に配置される放熱板からなり、放熱板の1面を露出させて封止樹脂により片面封止成形されてなる樹脂封止半導体装置において、前記封止樹脂の成型時の温度 (T_m (°C)) における金型の寸法を規準とした封止樹脂の硬化収縮率を Sp 、硬化した封止樹脂の熱膨張係数を Kp (°C) および前記放熱板の熱膨張係数を Kb (°C) として、温度 $T_m - Sp/(Kp - Kb)$ は -10 °C以上、 50 °C以下となるような封止樹脂と放熱板との組み合わせであることを特徴とする樹脂封止半導体装置。

【請求項2】前記封止樹脂は、硬化収縮率が 1.0×10^{-3} 以下の不飽和ポリエステル樹脂組成物であることを特徴とする請求項1に記載の樹脂封止半導体装置。

【請求項3】前記放熱板はアルミニウムまたはアルミニウム合金、銅または銅合金あるいはセラミックスのいずれか、またはこれらの複合材料であり、その熱膨張係数は 0.8×10^{-5} /°C以上であることを特徴とする請求項1に記載の樹脂封止半導体装置。

【請求項4】半導体チップ、半導体チップを搭載するリードフレームおよびリードフレーム面に平行に配置される放熱板からなり、放熱板の1面を露出させて封止樹脂により片面封止成形されてなる樹脂封止半導体装置において、予め成形硬化された樹脂からなるスペーサが前記封止樹脂内部に埋め込まれていることを特徴とする樹脂封止半導体装置。

【請求項5】前記スペーサと前記封止樹脂の平均硬化収縮率は 1.0×10^{-3} 以下であることを特徴とする請求項4に記載の樹脂封止半導体装置。

【請求項6】前記スペーサは前記封止樹脂と同じ樹脂からなることを特徴とする請求項4または5に記載の樹脂封止半導体装置。

【請求項7】前記封止樹脂の硬化収縮率は 0.5×10^{-3} 以上であることを特徴とする請求項4ないし6に記載の樹脂封止半導体装置。

【請求項8】前記スペーサは、予め成型金型内の樹脂封止空間に配置された後、前記構成部材と共に同時に成型封止されることを特徴とする請求項4ないし7に記載の樹脂封止半導体装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体チップ、半導体チップを搭載するリードフレームおよび放熱性を有する放熱板からなり、リードフレームおよび放熱板のすくなくとも一部のみを露出して封止樹脂により片面封止成形されてなる樹脂封止半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】樹脂封止による半導体チップ（以下チップと略記する）のパッケージングは、多量生産方式に最

も適していること、比較的低コストであることなどから今日広く採用されている。半導体装置は、例えば、金属からなるリードフレームの所定の位置にチップを配置し、このチップの電極をリードフレームに金属細線などを用いて接続し、必要により放熱（ヒートシンク）などをチップの背面（製品の底面）に配置して構成し、この構成物をモールド用金型に予め装着したのち、例えば無機充填剤を含むエポキシ樹脂成形材料を高温・高圧の成形条件下で金型内に注入し硬化せしめて樹脂封止によるパッケージングを行って製造する。

【0003】近年、パワーモジュールなどの発熱量の大きい樹脂封止半導体装置においては、熱放散性が重要視されるようになり、片面封止構造が採られている。図1は片面封止構造の樹脂封止半導体装置を模式的に示し、(a)は透視平面図であり、(b)は(a)におけるX-X断面図である。チップ1を搭載したリードフレーム2の反対側面に電気絶縁層3を介して放熱板4を配置し、放熱板4の他の面を露出させ、全体を樹脂5によって成型封止している。チップ間やチップとリードフレームの間に張ってあるボンディングワイヤは図示してない。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の片面封止構造の樹脂封止半導体装置においては、以下の問題がある。

(1) 上面と底面を異質な材料で構成するため、成形後に樹脂封止半導体装置に反りが発生する。(2) ヒートショック試験、ヒートサイクル試験などの熱的試験に供した場合に、上記の成形時の反りを含む樹脂と構成部材間に熱歪みが発生し、製品内部の部材割れ、樹脂割れなどの不具合、またこれが原因となって電気的特性不良が発生する。

【0005】一般に、この対応策として、(2) に対しては、放熱板の熱膨張率 Kb と等しいかまたは近傍の熱膨張率 Kp を有する封止樹脂を選定して、封止樹脂と放熱板の間の熱収縮（あるいは膨張）による歪みの差を最小化する方法がとられる。しかし、(1) の成形後の反り発生に対しては、例えば $Kb \approx Kp$ としても、樹脂が硬化時に発生する硬化収縮（あるいは成形収縮と呼ばれる）によって反りは発生し硬化収縮による歪みは製品中に残存することとなる。しかも、この硬化収縮による歪みは、熱膨張差による収縮（膨張）歪み量に対して比較的大きい割合を占める。

【0006】この反り発生が大きによっては、反りの製品仕様値に耐えない場合が生ずる。また、各種の熱的試験においても、製品内部に残存する歪み（応力）の大きさは試験条件（温度差条件など）にも依存するが不具合の発生の原因となる。このため、放熱板を含む部材の構成、樹脂の性状、部材と樹脂の構造（形状、寸法など）の最適化が特に片面封止構造の半導体装置の樹脂封止においては大きな問題となっている。

【0007】従来より封止樹脂として使用されるエポキ

シ樹脂材は、硬化収縮率（以下、封止樹脂の硬化収縮率を S_p と略記する）が $3 \times 10^{-3} \sim 5 \times 10^{-3}$ のレベルにあり、かつ熱膨張係数（以下、封止樹脂の熱膨張係数を K_p と略記する）は、 $0.8 \times 10^{-5} \sim 2.5 \times 10^{-5}$ 程度の範囲にある。硬化収縮歪みが大きいと、熱膨張係数 K_p を放熱板の熱膨張係数（以下、放熱板の熱膨張係数を K_b と略記する）と調和させるために $K_p \leq K_b$ としても硬化収縮歪みの吸収は困難で、成形後の反り変形は発生し、内部に発生する応力も大きい。

【0008】このため、封止材として、ゴム系、ゲル系の極度に弾性率の低い材料を使用し大きな歪み発生に対する応力の低減化が行われこともあるが、弾性率が低い材料（またはポスト）等の固着力が弱く、半導体装置としての強度や信頼性に劣る。本発明の目的は、上述の問題点に鑑み、封止樹脂の成形後の反り変形の極めて少なく、熱的試験の評価に対しても十分に耐える片面封止構造の樹脂封止半導体装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、半導体チップ、半導体チップを搭載するリードフレームおよびリードフレーム面に平行に配置される放熱板からなり、放熱板の1面を露出させて封止樹脂により片面封止成形されてなる樹脂封止半導体装置において、前記封止樹脂の成型時の温度（ T_m （℃））における金型の寸法を基準とした封止樹脂の硬化収縮率を S_p 、硬化した封止樹脂の熱膨張係数を K_p （/℃）および前記放熱板の熱膨張係数を K_b （/℃）として、温度 $T_m - S_p / (K_p - K_b)$ は -10 ℃以上、 50 ℃以下となるような封止樹脂と放熱板との組み合わせであることとする。

【0010】前記封止樹脂は、硬化収縮率が 1.0×10^{-3} 以下の不飽和ポリエステル樹脂組成物であると良い。前記放熱板はアルミニウムまたはアルミニウム合金、銅または銅合金あるいはセラミックスのいずれか、またはこれらの複合材料であり、その熱膨張係数は $0.8 \times 10^{-5} /$

$$D = (S_p + K_p \times \Delta T) - K_b \times \Delta T = S_p + (K_p - K_b) \times \Delta T \quad (1)$$

但し $\Delta T = T_m - T$

図2は本発明に係る封止樹脂と放熱板の収縮率の関係を表すグラフである。横軸は温度であり、縦軸は収縮率である。直線aは封止樹脂の収縮率を、直線bは放熱板の収縮率である。封止樹脂の収縮率は硬化収縮率とこれに連なる熱収縮率の2つの直線からなっている。2つの材料の収縮率の差Dは直線aと直線bの差であるから、 $D=0$ となる温度Tは次式で表される。

【0016】

$$【数2】 T = T_m - S_p / (K_p - K_b) \quad (2)$$

実際の半導体装置の使用環境は通常は $-10 \sim 50$ ℃であるので、温度Tがこの範囲内であれば実質的な歪みは生じないし、反りも生じない。しかし、硬化収縮率の大きい樹脂、例えば、エポキシ樹脂では、 $S_p = 0.4 \times 10^{-3}$ 、金型温度 160 ℃では、 $T = 20$ ℃として、 $K_p - K_b = -0.4/10$

℃以上であると良い。

【0011】あるいは、半導体チップ、半導体チップを搭載するリードフレームおよびリードフレーム面に平行に配置される放熱板からなり、放熱板の1面を露出させて封止樹脂により片面封止成形されてなる樹脂封止半導体装置において、予め成形硬化された樹脂からなるスペーサが前記封止樹脂内部に埋め込まれていることとする。

【0012】前記スペーサと前記封止樹脂の平均硬化収縮率は 1.0×10^{-3} 以下であると良い。前記スペーサは前記封止樹脂と同じ樹脂からなると良い。前記封止樹脂の硬化収縮率は 0.5×10^{-3} 以上であると良い。前記スペーサを有する樹脂封止半導体装置の製造方法において、前記スペーサは、予め成型金型内の樹脂封止空間に配置された後、前記構成部材と共に同時に成型封止されることとする。

【0013】

【発明の実施の形態】片面封止構造の樹脂封止半導体装置においては、この部材構成材料の性状によって熱収縮（または熱膨張）の挙動は異なるが、底面に位置すること、装置中に占める面積と肉厚が大きいことから、放熱板としてのヒートシンク材と封止樹脂の性状（熱膨張係数、弾性率）が反り量、歪み発生量の挙動を左右している。

【0014】(1) 片面封止成形における成形後の反りの発生は、高温（金型温度 T_m ）における樹脂の S_p と金型温度から室温（T）までの冷却過程における封止樹脂の熱収縮率（＝熱膨張係数×温度差）の和と、放熱板の熱収縮率（＝熱膨張係数×温度差）の差Dとに依存する。樹脂封止層と放熱板の収縮率の差Dが小さいほど反りの量は小さい。この関係は次式で表される。

【0015】

【数1】

$0/140 = -2.8 \times 10^{-5}$ となり、この熱膨張係数の差（ $K_p - K_b$ ）は実現が不可能であり、反り最小化のためには極度にK差を大きく（ $K_p \ll K_b$ ）する必要がある、このため熱的試験時の熱歪み（応力）の発生は大きくなる。

【0017】上記のように、エポキシ樹脂に代表される、一般的に使用される樹脂類は硬化収縮率の大きいと、上式(1)を実現出来ないことから成形後の反りからは技術的に逃れられない状況下にあった。

(2) しかし、本発明によれば、この硬化収縮率を $S_p = 1 \times 10^{-3}$ に設定することにより、以下の試算のように上式(1)から、熱膨張係数の差（ $K_p - K_b$ ）は、金型温度 160 ℃、室温 20 ℃として $\Delta T = 140$ ℃、 $K_p - K_b = -0.1/100/140 = 0.71 \times 10^{-5}$ となる。

【0018】この差は放熱板と樹脂の持つ熱膨張係数か

ら十分に実現できる値であることを見出した。したがって、本発明に用いる樹脂は、硬化収縮率が、 1×10^{-3} 以下のものであれば種類を選ばないが、発明者が特願平8-254036号公報に開示した低収縮性BMC（バルクモールドイングコンパウンド）である不飽和ポリエステル樹脂組成物を現状では最も実現可能な樹脂として挙げることができる。この樹脂組成物は低収縮剤、難燃化剤、触媒、無機充填剤、補強材、離型剤および表面処理材全てを含有し、ガラス転移温度が 150°C 以上のビスフェノール系不飽和ポリエステル樹脂が結合媒体として用いられていることを特徴としている。

【0019】(3) 一方、放熱板については、上述の(1)、(2)を満たすものであれば、基本的には種類を選ばないが、樹脂の取り得る硬化収縮率、熱膨張係数の範囲

封止樹脂の熱膨張係数 $K_p \geq 0.8 \times 10^{-5}/^\circ\text{C}$
 $T_a=160$ 、 $T=20$ 、 $\Delta T=140^\circ\text{C}$ とした

封止樹脂の 硬化収縮率 S_p $\times 10^{-3}/^\circ\text{C}$	20℃で歪み無し条件		下記材料放熱板（熱膨張係数 $(\times 10^{-5}/^\circ\text{C})$ に対する封止樹脂の熱膨張係数の最小値		
	$S_p/\Delta T$ $=K_b-K_p$ $\times 10^{-5}/^\circ\text{C}$	放熱板の 熱膨張係数 K_b $\times 10^{-5}/^\circ\text{C}$	セラミック 0.8	銅 1.7	アルミニウム 2.3
0	0	$0.8 \leq$	0.8	1.7	2.3
0.50	0.35	$1.15 \leq$	0.45 *	1.35	1.95
0.75	0.53	$1.33 \leq$	0.27 *	1.2	1.8
1.0	0.71	$1.51 \leq$	0.09 *	1.0	1.6

* は0.8 以下なので実現不可

表1のように封止樹脂と放熱板を選択することにより、成形後の反り変形はない（室温で）半導体装置（製品）の成形が可能となる。このように樹脂の性状を選択することにより、室温時の放熱板と樹脂間の歪み差は0若しくは極小化の状態となり、例えば室温を基準に高温側、低温側の環境下において行われる熱的試験においても熱歪み差（応力差）は小さく良好な結果をもたらす。

【0022】以上、樹脂硬化収縮率が 1×10^{-3} 以下の場合について示した。以下に硬化収縮率が 1×10^{-3} 以上の封止樹脂使用の場合について示す。

(4) 上記のように、エポキシ樹脂に代表される樹脂は、硬化収縮率が 1×10^{-3} 以上であるため、この構造（図1）では硬化収縮歪みを解消することができない。しかし、本発明によれば、この硬化収縮歪みの低減化策として、樹脂封止部の金型空間に予め硬化された樹脂からなるスペーサを配置し、このスペーサはこの場合硬化収縮歪みを生じないことを利用して、封止樹脂体積より、硬化収縮に寄与する体積分を排除することによって、樹脂層としての硬化収縮歪みを減少させることができる。図3は本発明に係るスペーサが埋め込まれた樹脂封止半導体装置の断面図である。スペーサ6が封止樹脂に埋め込まれている。他の構成部材は図1と同じなので符号説明は省略する。

から、熱膨張係数 K_b が 0.8×10^{-5} 以上の無機、有機、金属材料であればどれも採用が可能である。当然ながら、放熱板としては、熱伝導性の良好な材料を選択する必要があるが、その例として、セラミック材（ $K_b \approx 0.8 \times 10^{-5}$ ）、銅材（ $K_b \approx 1.7 \times 10^{-5}$ ）、アルミニウム材（ $K_b \approx 2.3 \times 10^{-5}$ ）は最適な材料となる。但し、これらの材料を使用するためには放熱板の K_b に適した K_p を持つ樹脂を選定する必要があることはいうまでもない。

【0020】封止樹脂の収縮率が 1×10^{-3} 以下の場合における、熱膨張係数の異なる放熱板に対する適正な封止樹脂の熱膨張係数を求めた試算結果を表1に示す。

【0021】

【表1】

【0023】例えば、樹脂封止部面に相似形（相似比を k とする、 $k < 1$ である）の面を有する板状のスペーサを、封止樹脂に埋め込むことにより、封止樹脂全体の平均硬化収縮率は次式となる。

【0024】

【数3】 $1 + (1-k) \times S_p$ (3)

封止樹脂の硬化収縮力に抗するために、スペーサの厚さは樹脂封止の厚さに略等しくする。このような比例関係の代表的な値を表2に示す。

【0025】

【表2】

封止樹脂 硬化収縮率 $(\times 10^{-3})$	スペーサ 占有比 (長さ)	平均 硬化収縮率 $(\times 10^{-3})$
1	1/2	0.1
2	3/4	0.5
3	2/3	1
4	3/4	1

スペーサを予め成型金型内に装着しておき、構成部品と同時に成型封止を行う。用いる樹脂硬化物の性状は、成形後の反りに対しては、温度変化に対して著しい収縮（膨張）を起こさず、絶縁性を確保できるものであれば

その種類を選ばないが、熱的試験時の熱膨張差による挙動を考慮に入ると、 K_p 、弾性率、熱的变化、材料の均質性などが封止樹脂と同等であれば、封止樹脂層と一体化した連続体を形成できるため、最も良好である。

【0026】なお、当然なことながら、この方法は、硬化収縮率 1×10^{-3} 以下の樹脂の場合にも同様に有効で、例えば 硬化収縮率 0.5×10^{-3} の樹脂に対して、面の相似比1/2のスペーサを予め挿入することにより、樹脂層としての収縮歪みは 0.25×10^{-3} となり、この収縮率の小さいほど、放熱板と樹脂の熱膨張差 ($K_b - K_p$) が小さくなるため、熱時の樹脂/放熱板間の熱収縮(膨張)差が小さくなり、熱的試験に対する耐性が増加する。

【0027】以下に実施例をもって詳細に説明する
実施例1

銅よりなる厚さ1.2 mmのリードフレームに半導体チップを搭載し、焼結アルミナよりなる厚さ2 mmのセラミックからなる放熱板と共に、以下の温度特性の不飽和ポリエステル樹脂組成物により、金型温度 160℃で封止成形し

て、樹脂封止半導体装置を作製した。この組成物は、硬化収縮率 S_p は 0.0×10^{-3} 、熱膨張係数 $K_p = 0.8 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ である。なお、樹脂封止半導体装置の形状は、直方体であり(突出リードフレーム部を除く)、幅:35mm、長さ:80mm、厚さ:6 mmとした。

【0028】作製した樹脂封止半導体装置の反り変形量を測定した後、熱的試験としてヒートショック試験 ($-55^\circ\text{C} \sim 150^\circ\text{C}$)、ヒートサイクル試験 ($-40^\circ\text{C} \sim 120^\circ\text{C}$) を各々 300サイクル実施し、外観の変化の他電気的特性を調べた。表3に各樹脂封止半導体装置の反り変形量、熱試験の結果を示す。○は封止樹脂の外観または内部に不具合が観察されず、また電気的不良が発生しなかった場合であり、×はこれらが単独にまたは複合してみられた場合である。表3には以下の実施例および比較例についても併記した。

【0029】

【表3】

	放熱板材料 封止樹脂	成形後		熱的試験後		
		反り量 (μm)	判定	ヒートサイクル テスト	ヒートショック テスト	
実施例	1 セラミック	-10 ~ +20	○	○	○	不具合観察されず
	2 BCM	0 ~ +50	○	○	○	同上
	3 銅	-20 ~ +30	○	○	○	同上
	4 BCM	-10 ~ +40	○	○	○	同上
	5 7μミニウム	-20 ~ +30	○	○	○	同上
	6 BCM	-20 ~ +30	○	○	○	同上
	7 BCM 銅	-20 ~ +30	○	○	○	同上
	8 1.5μシリコン	-30 ~ +50	○	○	○	同上
比較例	1 セラミック 1.5μシリコン	+110 ~ +130	×	×	×	セラミック 割れ 電気不具合
	2 銅	+50 ~ +88	×	×	×	樹脂割れ 電気不具合
	3 BCM	+10 ~ +80	×	○	×	樹脂割れ
	4 銅 1.5μシリコン	+38 ~ +89	×	○	×	内部材不具合

注) 成形後反りは、 $-50 \sim +50 \mu\text{m}$ を良品基準とした。
-は底面側に凹、+は封止面側に凹の反り形態を示す。

実施例2

実施例1において、封止樹脂を硬化収縮率 S_p は 0.5×10^{-3} 、熱膨張係数 $K_p = 0.8 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ の熱特性の不飽和ポリエステル樹脂組成物に換えたのみとし、実施例1と同じく反り変形量の測定、熱試験を行った。

【0030】これらの、結果を表3に示す。

実施例3

銅からなるリードフレームおよび放熱板を用い、封止樹脂を、硬化収縮率 $= 0.5 \times 10^{-3}$ 、熱膨張係数 $= 1.3 \times$

$10^{-5} / ^\circ\text{C}$ の熱特性の不飽和ポリエステル樹脂組成物を用いて、実施例1と同じ成型条件で樹脂封止半導体装置を作製した。

【0031】実施例1と同様に試験に供し、その結果を表3に示す。

実施例4

実施例3において、封止樹脂を硬化収縮率 $= 0.75 \times 10^{-3}$ 、熱膨張係数 $= 1.2 \times 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ の熱特性の不飽和ポリエステル樹脂組成物を用いて、実施例1と同じ成型

条件で樹脂封止半導体装置を作製した。実施例1と同様に試験に供し、その結果を表3に示す。

実施例5

放熱板を厚さ2mmのアルミニウム板とし、封止樹脂は、硬化収縮率 $=0.5 \times 10^{-3}$ 、熱膨張係数 $=2.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ の熱特性の不飽和ポリエステル樹脂組成物を用いて、実施例1と同様に樹脂封止半導体装置を作製した。

【0032】実施例1と同様に試験に供し、その結果を表3に示す。

実施例6

実施例5において、封止樹脂を硬化収縮率 $=0.75 \times 10^{-3}$ 、熱膨張係数 $=1.8 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ の熱特性の不飽和ポリエステル樹脂組成物に換えて、樹脂封止半導体装置を作製した。

【0033】実施例1と同様に試験に供し、その結果を表3に示す。

比較例1

銅からなるリードフレーム、アルミナからなるセラミック製の放熱板および封止樹脂としてエポキシ樹脂成形材料（硬化収縮率 $=3.0 \times 10^{-3}$ 、熱膨張係数 $=0.8 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ）を用い、型温160~165 $^{\circ}\text{C}$ で封止成形して、樹脂封止半導体装置を作製した。

【0034】実施例1と同様に試験に供し、その結果を表3に示す。

比較例2

実施例3において、封止樹脂として硬化収縮率 $=2.5 \times 10^{-3}$ 、熱膨張係数 $=2.0 \times 10^{-5}$ の熱特性の不飽和ポリエステル樹脂組成物を用い、樹脂封止半導体装置を作製した。

比較例3

実施例3において、封止樹脂として硬化収縮率 $=0.75 \times 10^{-3}$ 、熱膨張係数 $=2.0 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ の熱特性の不飽和ポリエステル樹脂組成物を用い、樹脂封止半導体装置を作製した。

【0035】実施例1と同様に試験に供し、その結果を表3に示す。

比較例4

銅からなるリードフレームおよび放熱板を用い、封止樹脂として硬化収縮率 $=3.0 \times 10^{-3}$ 、熱膨張係数 $=1.3 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ の熱特性のエポキシ樹脂成形材料を用い、型温160~165 $^{\circ}\text{C}$ で封止成形して、樹脂封止半導体装置を作製した。

【0036】実施例1と同様に試験に供し、その結果を表3に示す。

実施例7

放熱板として銅板を用い、金型のキャビティ空間（封止樹脂容積に等しい）内に、この容積の1/2を占める矩形片（幅33mm、長さ40mm、厚み3mm、とし、封止樹脂と同一の樹脂で予め成形加工しておく）を予め挿入しておき、樹脂として不飽和ポリエステル樹脂組成物（硬化収

縮率 $=1.0 \times 10^{-3}$ 、熱膨張係数 $=1.4 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ）を用い、実施例1と同様に封止成形して樹脂封止半導体装置を作製した。

【0037】実施例1と同様に試験に供し、その結果を表3に示す。

実施例8

実施例4において、封止樹脂をエポキシ樹脂組成物（硬化収縮率 $=3.0 \times 10^{-3}$ 、熱膨張係数 $=1.2 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ ）に換え、同じ樹脂の矩形片（幅33mm、長さ60mm、厚み3mm）を予め挿入した後、）を挿入し、樹脂封止半導体装置を作製した。

【0038】実施例1と同様に試験に供し、その結果を表3に示す。表3から、 S_p K_p K_b T_m の関係が本発明の要件を満足しており、収縮率の差が小さい実施例の各樹脂封止半導体装置では、反り量は $-30 \sim +50 \mu\text{m}$ の範囲内にあり実用上問題はなく、熱的試験に対しても、不具合は観察されなかった。しかし、熱特性値が適合していない比較例では、反り量は $+10 \sim +130 \mu\text{m}$ と大きく、熱的試験に対しては樹脂割れ等が生じており、ヒートショック試験では全て電気的不良が発生した。

【0039】

【発明の効果】本発明によれば、半導体チップ、半導体チップを搭載するリードフレームおよびリードフレーム面に平行に配置される放熱板からなり、放熱板の1面を露出させて封止樹脂により片面封止成形されてなる樹脂封止半導体装置において、封止樹脂の成型時の温度（ T_m （ $^{\circ}\text{C}$ ））における金型の寸法を規準とした封止樹脂の硬化収縮率を S_p 、硬化した封止樹脂の熱膨張係数を K_p （/ $^{\circ}\text{C}$ ）および放熱板の熱膨張係数を K_b （/ $^{\circ}\text{C}$ ）として、温度 $T_m - S_p/(K_p - K_b)$ は -10°C 以上、 50°C 以下となるような封止樹脂と放熱板との組み合わせとしたため、室温付近での封止樹脂の硬化収縮率と熱収縮率の和と、放熱板の熱収縮率との差が0（ゼロ）もしくは極小化し、片面封止の大きな問題である成形後の反り変形を解消することが可能となり、かつ、この考え方によって選定された樹脂、放熱板の温度変化に対して発生する歪み量は、従来のエポキシ樹脂材に代表される封止樹脂と放熱板の組み合わせよりも極めて少なく、このため、各種の熱的試験に対しても有効な結果を得ることが可能となる。

【0040】あるいは、前記片面封止成形されてなる樹脂封止半導体装置において、予め成形硬化された樹脂からなるスペーサを封止樹脂内部に埋め込んだため、硬化収縮率の比較的大きな樹脂材料（小さい樹脂材料でもよいが）に対しては、樹脂層の硬化時の収縮歪みが減少し、結果として反りの減少化および封止樹脂と放熱板間の温度変化に対して発生する歪み量の縮小化を可能とし、片面封止成形の樹脂封止半導体装置は製品仕様を満足することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】片面封止構造の樹脂封止半導体装置を模式的に

示し、(a)は透視平面図、(b)は(a)におけるX-X断面図

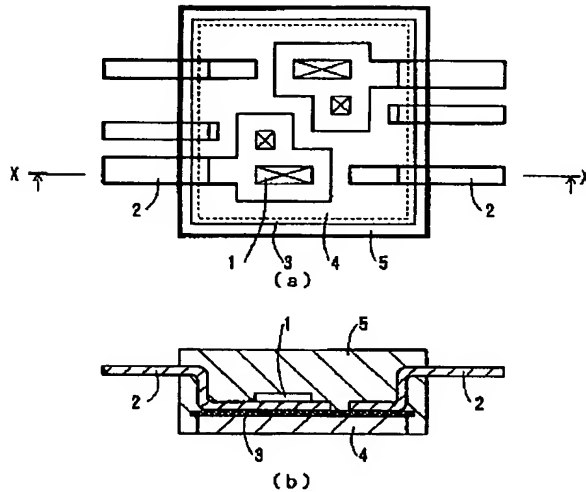
【図2】本発明に係る封止樹脂と放熱板の収縮率の関係を表すグラフ

【図3】本発明に係るスペーサが埋め込まれた樹脂封止半導体装置の断面図

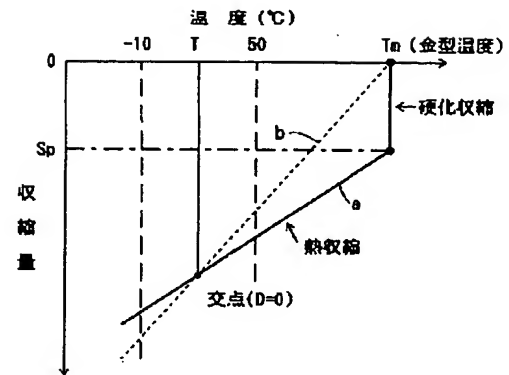
【符号の説明】

- 1 半導体チップ
- 2 リードフレーム
- 3 放熱板
- 4 電気絶縁層
- 5 封止樹脂
- 6 スペーサ

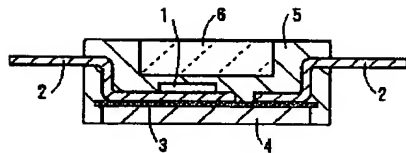
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁶

H01L 23/31

23/373

// C08L 101/00

B29L 31:34

識別記号

F I

H01L 23/30

23/36

R

M